关于加大在中低产田发展草牧业的思考

高树琴[1]　王竑晟[2]　段 瑞[2]　景海春[1,3]　方精云[1,3*]

1 中国科学院植物研究所 生态草牧业工程实验室 北京 100093
2 中国科学院 科技促进发展局 北京 100864
3 中国科学院大学 北京 100049

摘要　随着居民对营养健康的要求不断提升，我国牛羊肉的需求量不断增加；而养殖需求带动我国粮食总产量的一半用作饲料粮，畜牧业所需饲草料缺口巨大，进而导致近10年来我国牛羊肉和饲草料的进口量逐年攀升。我国耕地超七成为中低产田，种植传统作物存在产量低而不稳、生产效益较差的问题。我国多个地区的实践证明，通过草-田轮作不仅可以显著提高单位土地面积的干物质产量，而且具有提高土壤肥力、减少病虫害、改善土壤物理性质、降低含盐量等改良中低产田的作用。由于牛、羊均是吃草为主的家畜，通过实施草-田轮作制度，利用部分中低产田发展人工种草养畜拥有巨大潜力。文章初步测算了3种不同轮作制度下，即相当于每年利用17%、20%、25%的中低产田发展人工牧草，每年分别可以生产牛羊肉1 798万吨、2 158万吨和2 698万吨，分别是我国现有牛羊肉年产量的1.6倍、1.9倍和2.4倍。山东省是我国的牛羊养殖大省，但其人工牧草种植面积却远远不够。文章还以黄河三角洲盐碱地为例，测算了其发展草牧业的潜力，并对中低产田发展草牧业提出了具体建议。

关键词　草牧业，中低产田，盐碱地，黄河三角洲

DOI　10.16418/j.issn.1000-3045.20200120001

十九大报告指出，中国特色社会主义进入新时代，我国社会主要矛盾已经转化为人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾。表现在农业领域，主要矛盾已由总量不足转变为结构性矛盾。推进农业供给侧结构性改革，要紧紧围绕市场变化，以增加农民收入、保障有效供给为主要目标，以提高农业供给质量为主攻方向，追求绿色生态可持续、更加注重满足质的需求，保障国家

*通讯作者
资助项目：中国科学院科技服务网络计划（STS）（KFJ-STS-ZDTP-049），中国科学院科技扶贫项目（KFJ-FP-201804）
修改稿收到日期：2020年2月13日

粮食安全。改革开放以来，随着我国居民膳食结构的改变和对营养健康的要求不断提高，肉、蛋、奶在膳食结构中的比例不断增加。1985—2017年，我国居民年人均口粮从233.8 kg降至130.1 kg，口粮消费总量在粮食消费结构中的比例从71.9%大幅下降至27.3%；与此同时，居民对肉、蛋、奶等动物性食品的年消费量从人均15.2 kg增加至57.7 kg，翻了3.8倍，加上我国人口增长的因素，居民对肉、蛋、奶消费总量的需求急剧增加。而在居民对肉类的消费结构中，耗粮型的猪肉类消费比例从83%下降至62%，而牛羊肉等草食家畜产品的消费比例则从7.8%增加至9.9%①。

我国农业过去一直以粮食作物生产为主，尽管畜牧业发展有所提升，但传统作物生产仍占绝对主导地位，畜牧业在农业中的比例不到30%。因此，草食家畜产品的需求增加导致国内供给不足问题凸显。近几年，我国牛羊肉、液态奶和奶粉等畜产品的进口量逐年攀升，居高不下；与此同时，苜蓿、燕麦、大豆等饲草料进口量也在不断增加。中美经贸摩擦及其带来的世界性贸易争端极大地增加了我国从国际市场寻求进口饲草料和乳肉产品的不确定性。自2015年中央一号文件提出“加快发展草牧业”以来，中央及多个部委陆续出台了系列政策和措施。例如：原农业部、财政部印发《关于做好粮改饲试点工作的通知》（农财金函〔2015〕39号）；原农业部出台《关于“镰刀弯”地区玉米结构调整的指导意见》（农农发〔2015〕4号），要重点发展青贮玉米、大豆、优质饲草和生态功能型植物等；原农业部印发《关于促进草牧业发展的指导意见》（农办牧〔2016〕22号），并在河北等12个省份的37个县（团、场）组织开展草牧业发展试验试点。各项政策的制定和出台，表明我国农业结构调整中越来越重视“草”的作用，草牧业发展迎来新机遇。

① 数据来源：历年《中国统计年鉴》。

1 我国牛羊产品需求量不断增长

改革开放以来，随着社会经济的发展，我国居民对营养健康的要求不断提高。由于牛羊肉蛋白质含量高、脂肪和胆固醇含量低，且富含许多人体所必需的氨基酸及其他重要的矿物质，牛羊肉在居民膳食结构中的比例不断增加。1980—2018年，我国肉类总产量从1 205万吨/年增加至8 517万吨/年，增加了7.1倍；牛羊肉的总产量从71.4万吨/年增加至1 119万吨/年，增加了15.7倍，增速远高于肉类总产量的增速。同时，牛奶的产量也迅速增加，2018年牛奶产量是1980年的28倍（图1）。肉类总产量中，猪肉产量的占比从94%下降至63.4%，牛羊肉产量的占比从6%增加至13%。尽管如此，牛羊肉的产量仍然无法满足居民消费需求的增长。近10年，我国进口牛羊肉和液态奶的数量持续增加（图2）：2018年进口牛羊肉135.8万吨，是2009年进口量的17倍；进口液态奶70万吨，是2009年的58倍。

参照亚洲其他国家和地区的牛羊肉消费发展规律，我国牛羊肉未来消费需求潜力巨大。预计到2030年，我国牛羊肉的消费量将达到1 987万吨。按照当前国内的牛羊养殖生产水平，未来牛羊肉自我

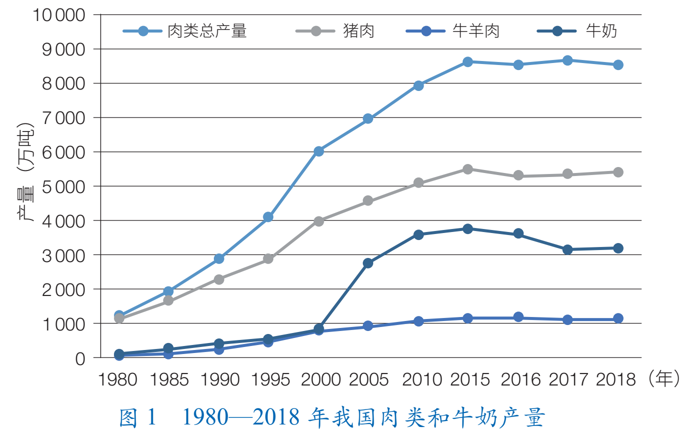


图1 1980—2018年我国肉类和牛奶产量

数据来源：历年中国统计年鉴

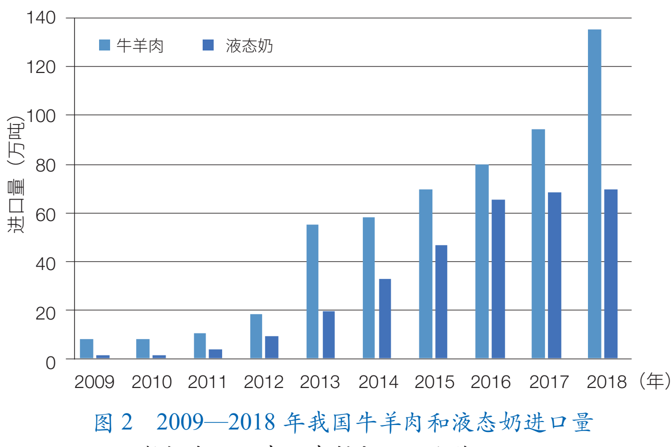


图 2 2009—2018 年我国牛羊肉和液态奶进口量
数据来源：农业农村部国际合作司网站

供给的缺口将进一步加大[1]。据测算，当前我国种植业与草牧业的产值比约为 2∶1；预计到 2030 年，我国以粮棉油生产为主的种植业和以畜产品生产为主的草牧业的产值比将达到 1∶1；到 2050 年，草牧业的产值将超过种植业的产值[2]。由此可见，草牧业未来的发展潜力巨大。

牛、羊等畜产品产量的增加势必带动牛羊养殖数量的快速增加。截至 2018 年，我国牛、羊年底存栏数总计为 7.5 亿羊单位②。牛、羊都是以吃草为主的草食家畜，按照每个羊单位每天需要消耗 1.8 kg 干草计算[3]，相当于我国每年需要干草 5 亿吨；而我国天然草地每年的干草产量约为 3 亿吨，饲草缺口巨大。随着牛、羊等草食家畜产品的需求持续增加，我国的饲草料缺口势必进一步加剧。因此，如何通过农业种植结构调整，加大人工种草面积以弥补养殖饲草料缺口，是我国草牧业发展面临的一个重大问题。

2 我国中低产田土地资源和草牧业发展潜力

我国拥有耕地 18 亿亩，粮食总产量连年增加，2018 年粮食总产量达到 6.5 亿吨。然而，随着居民膳食结构的改变，口粮消费占粮食总产量的比例逐渐减少，而饲料粮消耗占比则逐年增加。据统计，我国生产饲料用原粮已达到了粮食总产量的 50%[4]，也就是 3 亿多吨/年。可以说，我国粮食安全已经变成了饲料粮安全。然而，由于作物籽粒不到作物地上生物量的 1/2[5]，用粮食作为饲料，等于浪费了至少 1/2 的作物地上生物量，相当于浪费了生产秸秆部分所消耗的水土资源、化肥和农药等；而且，部分无法利用的秸秆只能焚烧，进而带来二次环境污染。种植牧草则是以收获茎叶等营养体为目的，可以实现全株生物量的利用。

我国农区有着悠久的畜牧养殖历史，但与草原牧区以放牧养殖草食家畜为主不同，农区在小农经济条件下注重耕畜、猪和家禽的养殖。因此，历史上我国农区牛羊饲养一直是副业，从未真正形成产业以提供优质的动物性蛋白食物。传统的养殖缺乏科学指导，多以粗放型养殖模式为主，牛羊饲养大多利用营养比较低的农作物秸秆。例如，2008 年“三聚氰胺”事件的发生，其重要原因就是奶牛饲料中蛋白含量不足，导致产出的牛奶蛋白质含量不达标。如何通过农业种植结构调整，以保障农区优质饲草料的充足供应，发展草牧业“种养加”一体化的产业模式是我国农业供给侧结构性改革的重要抓手。

据原农业部《关于全国耕地质量等级情况的公报》统计，我国超七成耕地质量属于中低产田，面积达 13.28 亿亩，占我国耕地总面积的 72.7%（表 1）。由于传统农业作物种植以收获籽粒为目的，农作物必须完成整个生育期，籽粒产量会在气候上受到地域、季节等因素的较大制约[6]。因此，中低产田发展农作物普遍面临产量低且不稳、生产效益较差的问题。总体来说，中低产田每年的粮食单产仅为高产田的 40%—60%[7]。牧草种植则是以收获茎叶等营养体为目的，对生长期内气候和土地资源的时间匹配性要求相对不严，能更充分地利用气候、土地和生物资源，使单位面积的生物量大幅度提高[8]。

② 羊单位：1 只体重 50 kg，日消耗 1.8 kg 标准干草的成年母羊；一头牛按 5 个羊单位计算。

表1　我国不同区域的耕地质量面积（单位：亿亩）

区域	高产田面积	中产田面积	低产田面积	中低产田占比（%）
东北区	1.44	1.68	0.22	56.89
内蒙古及长城沿线	0.14	0.47	0.72	89.47
黄淮海	1.18	1.67	0.61	65.90
甘新区	0.29	0.26	0.38	68.82
青藏区	0.00	0.02	0.11	96.92
黄土高原区	0.21	0.37	0.95	86.27
长江中下游	0.82	1.64	0.84	75.15
西南区	0.62	1.52	0.78	78.77
华南区	0.28	0.54	0.50	78.79
合计	4.98	8.17	5.11	72.71

数据来源：《关于全国耕地质量等级情况的公报》（农业部公报〔2014〕1号）

自2015年中央一号文件提出“加快发展草牧业”以来，我国加大了人工种草的面积。2017年全国年末保留人工种草面积为1.8亿亩；种植面积前10位的牧草包括紫花苜蓿、青贮玉米、多年生黑麦草、批碱草、燕麦等，合计1.42亿亩，占我国人工种草面积的78.7%。其中，紫花苜蓿、青贮玉米、多年生黑麦草和柠条的种植面积都在1 000万亩以上（图3）。由于我国北方和南方气候、地形、土壤等条件不同，我国人工牧草种植在北方农区以紫花苜蓿、青贮玉米、燕麦等为主，南方地区以种植多年生黑麦草和多花黑麦草为主[9]。

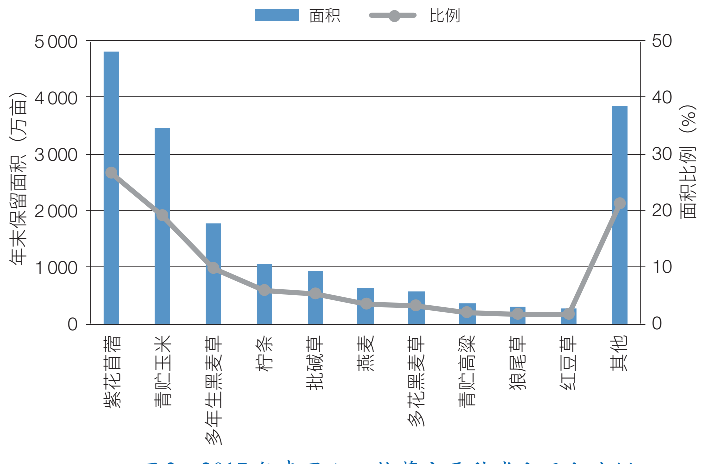


图3　2017年我国人工牧草主要种类和面积比例
数据来源：文献[9]

我国中低产田中，7.46亿亩分布在东北、内蒙古、黄淮海、黄土高原等北方地区，5.82亿亩分布在长江中下游、西南区、华南区等南方地区。假设采取草-田轮作制度，并设置3种轮作梯度，包括6年轮作制（即种植5年作物轮作1年牧草）、5年轮作制（即种植4年作物轮作1年牧草）和4年轮作制（即种植3年作物轮作1年牧草），即分别相当于每年17%、20%和25%的中低产田用于发展人工牧草。按照我国中低产田种植粮食平均产量为250 kg/亩计算，则相当于每年减少粮食产量约0.55亿—0.83亿吨。根据我国北方农区主要种植牧草的种类和种植面积的比例，北方地区按照紫花苜蓿：青贮玉米：燕麦=5：4：1的种植面积进行计算，南方按照种植多花黑麦草进行计算，牧草单产参考全国的平均产量；根据3种轮作制度的预测，每年可生产牧草干物质分别是2.25亿吨、2.7亿吨和3.37亿吨（表2）；按照3 kg牧草替代1 kg饲料粮计算，并扣除轮作减少的粮食产量，每年净增加牧草干物质为0.59亿—0.88亿吨。

假设牧草干物质对羊肉的转化率是10：1，对牛肉的转化率是15：1[10]，按照当前我国牛、羊肉产量的比例约为6：4计算，在上述3种轮作制度下，在中低产田发展人工牧草种植，产出的牧草相当于每年可生产牛羊肉1 798万吨（6年轮作制）、2 158万吨（5年轮作制）、2 698万吨（4年轮作制），分别是2018年牛羊肉总产量的1.6倍、1.9倍和2.4倍。因此，在中低产田实施草-田轮作制度，通过发展草牧业，可以显著提高我国牛羊肉的自我供给能力。

3 我国中低产田发展牧草种植的生态作用

我国中低产田在全国耕地中占比超七成，因此对中低产田进行改良和修复是我国农业生产中一项重大的战略任务。中低产田改良一般采用工程措施和生物

措施，其中种植牧草改良中低产田是有效的生物措施之一。牧草具有很强的固土、涵养水分、培肥地力的功能，中低产田开展草-田轮作，特别是发展豆科牧草（如紫花苜蓿），对维护生态系统健康、提升生态系统服务功能具有重要作用。

（1）改良盐碱地。种植牧草后，土壤总盐含量比传统种植作物的耕地显著降低。例如，种植苜蓿2年后，0—20 cm 耕层内含盐量由 0.22%—0.24% 下降到 0.05%—0.06%[11]；种植 6 年苜蓿的盐碱地，在 0—60 cm 的耕层中，苜蓿地的全盐含量比对照下降了 29.8%[12]；种植田菁、苏丹草、苜蓿、碱蓬半年后，0—80 cm 土层的土壤脱盐率达到 26%—35%[13]。

（2）提高土壤肥力。种植 6 年苜蓿的盐碱地，在 0—60 cm 的耕作层中，土壤有机质含量比对照提高了 4.5%，土壤速效氮比对照增加 10.7%[12]；种植 4 年的苜蓿地，0—10 cm 土层中有机质、全氮、全磷、全钾均比传统耕地高，有机质、全氮、全磷分别提高 47.7%、20.9%、23.7%[14]。

（3）提高土地生产力。种植苜蓿 5 年后轮作小麦，平均亩产比对照提高 67% 到 1 倍以上[11,15]；此外，苜蓿后茬轮作棉花可增产 62%，轮作谷子增产 87%，轮作玉米增产 7.4%[15]。种植紫云英或黑麦草后轮作水稻，比水稻连作增产 6.8%—9.2%[16]。

（4）改良土壤物理性质。4 年未翻耕的苜蓿地，0—60 cm 土壤容重下降 7.5%—7.9%，低于传统耕地，而土壤孔隙度提高 8.8%—9.3%，高于传统耕地[14,17]；种植鲁梅克斯草 3—4 年后，耕作层土壤容重降低 0.14—0.21 g/cm^3，总孔隙度增加 1.89%—7.93%[18]。土壤水分的渗透性和通气状况得到了改善，提高了土壤保肥蓄水的能力。

（5）减少病虫害。耕地连作易导致土壤病虫害，而草-田轮作则能使寄主植物种类单一及迁移能力差的病虫大量死亡，有效控制传染性作物疾病，减少农药的使用。例如，在我国西藏农区，采用作物和箭筈豌豆轮作后，蛴螬和地老虎比麦类连作田分别下降 12.6% 和 18%，麦蚜和甘蓝夜蛾比同类作物连作田

表 2　不同轮作制度下我国中低产田发展牧草的潜力

轮作制度	区域	中低产田面积（亿亩）	种草面积（亿亩）	牧草种类	牧草单产（kg/亩）	牧草总产（亿吨）	合计牧草（亿吨）
6年轮作制	北方	7.46	0.62	苜蓿	471	0.29	2.25
			0.50	青贮玉米	1551	0.77	
			0.12	燕麦	752	0.09	
	南方	5.82	0.97	黑麦草	1125	1.09	
5年轮作制	北方	7.46	0.75	苜蓿	471	0.35	2.70
			0.60	青贮玉米	1551	0.93	
			0.15	燕麦	752	0.11	
	南方	5.82	1.16	黑麦草	1125	1.31	
4年轮作制	北方	7.46	0.93	苜蓿	471	0.44	3.37
			0.75	青贮玉米	1551	1.16	
			0.19	燕麦	752	0.14	
	南方	5.82	1.46	黑麦草	1125	1.64	

数据来源：《关于全国耕地质量等级情况的公报》（农业部公报〔2014〕1号）；文献[9]

分别减少 79.1% 和 73.6%[11]。

通过开展草-田轮作，一方面可以提高单位耕地面积的生产力，另一方面也可以起到改良中低产田的作用，实现了生产和生态效益的双提升。以中低产田种植苜蓿为例，河北黄骅盐碱地、河南郑州黄河滩地、甘肃定西等地均有不少成功案例；在四川洪雅、山西朔州、云南寻甸，通过中低产田种草养畜，显著提高了单位面积的经济效益[10]。

4 黄河三角洲发展草牧业的潜力分析

盐碱土是我国最主要的中低产土壤类型之一，其生产力水平与其质量状况有非常密切的关系。盐碱地的改良利用，尤其是利用生物措施，通过草-田轮作、种植耐盐碱的牧草等，在国外已有成功的经验，并取得了显著的经济效益。例如：美国种植狗牙根、草木樨、三叶草等混播草地；阿根廷种植羊茅、高冰草等；澳大利亚利用地肤属、水牛草等改良盐碱土等[19]。国内利用种植人工牧草改良盐碱土在山东、宁夏、新疆等地也均有许多实践案例[12,14,20]。我国是世界上盐碱土较多的国家之一，特别是沿海地区，土地盐碱化、盐渍化形势十分严峻。其中，黄河三角洲地区有盐碱地 600 多万亩，且该区地下水位高，土壤比较贫瘠，种植粮食作物的产量低[21]。

山东省是我国的养殖大省，2018 年牛羊肉总产量为 113.2 万吨，占全国牛羊肉总产量的 10%，排在全国第二位，仅次于内蒙古自治区[22]。而人工种草的面积，山东省为 228.4 万亩，仅占全国人工种草面积的 1%[9]。山东省人工牧草种植面积和牛羊养殖规模的错位，势必导致养殖所需饲草料严重不足。因此，利用黄河三角洲地区的盐碱地发展人工种草，不仅可以改良盐碱地，也将为山东省牛羊养殖提供饲草保障。

目前，山东省人工种草的种类主要是青贮玉米和紫花苜蓿，合计占当地人工种草面积的 96.5%，其他零星种植的包括小黑麦、燕麦、青饲高粱和木本蛋白饲料等。参考目前青贮玉米和紫花苜蓿的种植面积，按照青贮玉米：紫花苜蓿=9：1的比例计算，盐碱地的牧草单产按照山东省平均单产的 80% 计算，也即青贮玉米单产为 850 kg/亩，紫花苜蓿单产为 334 kg/亩。假设将黄河三角洲盐碱地 50% 用于发展人工种草，每年可生产干草 240 万吨，折合成羊单位为 363 万个羊单位；假设将 30% 盐碱地用于发展人工牧草，则相当于每年可生产干草 144 万吨，折合 218 万个羊单位。黄河三角洲两大重点城市——东营市和滨州市 2018 年肉羊存栏数合计 121.9 万只。如果黄河三角洲 50% 盐碱地用于人工牧草种植，折合羊单位相当于现有东营市和滨州市肉羊存栏数的 3 倍；如果 30% 用于人工牧草种植，则相当于现有存栏数的 1.8 倍。

5 我国中低产田发展草牧业的建议

我国草牧业发展的基础薄弱，在我国中低产田尤其是盐碱地发展草牧业更是一项艰巨的任务。本文建议目前宜加强以下 3 个方面的工作。

（1）*加强耐盐碱的牧草品种选育。*我国盐生植物资源丰富，其中可作为饲料用的盐生植物种类很多[23]，但是开发利用不足。1978—2018 年，我国的国审牧草品种共 559 个，而其中适宜在盐碱地种植的牧草品种却不到 20 个。过去牧草品种选育多停留在基于经验、表型或生物检测技术的基础上，缺乏系统布局。目前，分子模块育种已经成功应用到水稻、玉米等农作物中。借鉴作物分子模块育种的方法，建立牧草高通量分子选育技术，可加快牧草选育进度，实现牧草跨代驯化选育。

（2）*探索建立科学的草-田轮作体系。*在不同地区开展的实验证明，盐碱地种植牧草具有保持水土、涵养水分、培肥地力的功能，开展草-田轮作对维护生态系统健康具有重要作用。因此，建议在盐碱地开展系统的草-田轮作体系的科学试验，设计不同的牧草、作物品种组合及不同年限的轮作周期，从而探索出适

宜当地种植的牧草品种和优化的草-田轮作模式，推动草-田轮作形成规范化和制度化。

（3）构建科技支撑的盐碱地草牧业全产业链模式。根据不同地区的资源条件，通过科学合理的测算，统筹规划其牲畜养殖规模和牧草种植面积，对种养结构及其空间布局进行优化，集成优良的耐盐碱品种、合理的草-田轮作体系、适宜不同牧草加工的微生物菌剂、家畜全生命周期日粮配方等技术，建立“粮-草-畜”为一体的草牧业全产业链，推动盐碱地改良和生态环境改善，实现盐碱地质量和效益的双提升。

总之，在我国牛羊肉消费量快速增加，粮食产量的 50% 用作饲料粮的背景下，加快发展草牧业已成为我国农业供给侧结构性改革的重要抓手。通过调整盐碱地等中低产田的种植结构，加大人工牧草种植的面积，利用牧草代替部分饲料粮来发展畜牧养殖，将为我国包含动物蛋白食品在内的“大粮食安全”作出重要贡献。

参考文献

1 任继周, 李发弟, 曹建民, 等. 我国牛羊肉产业的发展现状、挑战与出路. 中国工程科学, 2019, 21(5): 67-73.

2 方精云, 景海春, 张文浩. 迎接草牧业成为我国现代农业半壁江山的时代. 科学通报, 2018, 63(17): 1615-1618.

3 苏大学, 孟有达, 武保国. 天然草地合理载畜量的计算. 中华人民共和国农业行业标准（NY/T 635-2002）. 2003-03-01.

4 周道玮, 张平宇, 孙海霞, 等. 中国粮食生产与消费的区域平衡研究——基于饲料粮生产及动物性食物生产的分析. 土壤与作物, 2017, 6(3): 161-173.

5 方精云. 我国草原牧区呼唤新的草业发展模式. 科学通报, 2016, 61(2): 137-138.

6 李向林, 沈禹颖, 万里强. 种植业结构调整和草牧业发展潜力分析及政策建议. 中国工程科学, 2016, 18(1): 94-105.

7 张琳, 张凤荣, 姜广辉, 等. 我国中低产田改造的粮食增产潜力与食物安全保障. 农业现代化研究, 2005, 26(1): 22-25.

8 贠旭疆. 发展营养体农业的理论基础和实践意义. 草业学报, 2002, 11(1): 65-69.

9 全国畜牧总站. 中国草业统计2017. 北京: 中国农业出版社, 2018.

10 南志标. 中国农区草业与食物安全研究. 北京: 科学出版社, 2017.

11 魏军, 曹仲华, 罗创国. 草田轮作在发展西藏生态农业中的作用及建议. 黑龙江畜牧兽医, 2007, (9): 98-100.

12 张瑛, 罗世武, 王秉龙. 紫花苜蓿改良盐碱地效果研究. 现代农业科技, 2009, (20): 121, 125.

13 王立艳, 潘洁, 肖辉, 等. 种植耐盐植物对滨海盐碱地土壤盐分的影响. 华北农学报, 2014, 29(5): 226-231.

14 杨玉海, 蒋平安, 艾尔肯, 等. 种植苜蓿对土壤肥力的影响. 干旱区地理, 2005, (2): 248-251.

15 耿华珠, 吴永敷, 曹致中. 中国苜蓿. 北京: 中国农业出版社, 1995.

16 黄国勤, 熊云明, 钱海燕, 等. 稻田轮作系统的生态学分析. 土壤学报, 2006, (1): 69-78.

17 胡发成. 种植苜蓿改良培肥地力的研究初报. 草业科学, 2005, (8): 47-49.

18 秦嘉海, 吕彪, 赵芸晨. 河西走廊盐土资源及耐盐牧草改土培肥效应的研究. 土壤, 2004, (1): 71-75.

19 丁海荣, 洪立洲, 杨智青, 等. 盐碱地及其生物措施改良研究现状. 现代农业科技, 2010, (6): 299-300, 308.

20 温延臣, 孔少华, 赵同凯, 等. 黄河三角洲盐碱地区耐盐牧草与经济作物筛选. 山东农业科学, 2019, 51(5): 42-46.

21 宋静茹, 杨江, 王艳明, 等. 黄河三角洲盐碱地形成的原因及改良措施探讨. 安徽农业科学, 2017, 45(27): 95-97, 234.

22 国家统计局. 中国统计年鉴2019. 北京: 中国统计出版社, 2019.

23 赵可夫, 李法曾, 樊守金, 等. 中国的盐生植物. 植物学通报, 1999, 16(3): 201-207.

How to Develop Grass-based Livestock Husbandry in Areas of Low- and Middle-yield Fields

GAO Shuqin[1] WANG Hongsheng[2] DUAN Rui[2] JING Hai-Chun[1,3] FANG Jingyun[1,3*]

（1 Engineering Laboratory for Grass-based Livestock Husbandry, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China;

2 Bureau of Sciences & Technology for Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100864, China;

3 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China）

Abstract With increasing awareness of balanced and healthy diet, the demand for ruminant products has been drastically increasing in China over the past decades. Grass-based Livestock Husbandry (GLiH), a new paradigm for agricultural restructuring and sustainable development, is highly encouraged to meet such demand. Yet, the country's own production cannot self-support the demand, as envisaged by the soaring import of both red meats and forage products, albeit half of the nation's cereal production is devoted to animal feed and forage crop production area amounts to 12 million ha. With the affluent population and limited arable land, China is facing challenge to explore possible land areas for GLiH development. We argue that one of the effective ways is to transform the low- and middle-yield fields, which account for over 70% of the cultivated lands, into forage crop production. Our analysis indicated that cultivation of forage crops could avoid the risks of low yield and low economic returns frequently occurring for cereal production on such lands. Furthermore, a forage-cereal rotation cropping system can significantly increase dry mass production, reduce the incidence of pest and disease damage, and ameliorate soil physical and chemical properties by improving soil organic matter, soil fertility and reducing salt and alkaline constraints. Three scenarios have been projected for the potential of the exploitation of low- and middle-yielding land for livestock production, and the amount of the red meat production is estimated to be 17.98, 21.58, and 26.98 million tons, respectively, which are 1.6, 1.9, and 2.4 times of the current production nationwide. A case study for Shandong Province is further presented, demonstrating that exploring the saline-alkali land at the Yellow River Delta for forage crop production could substantially alleviate the shortage of forage supplies and optimize the agricultural infrastructure of the province.

Keywords Grass-based Livestock Husbandry (GLiH), low- and middle-yielding land, saline-alkali land, the Yellow River Delta



高树琴 中国科学院植物研究所高级工程师。主要从事草牧业理论与政策研究。

E-mail: gaoshuqin943@ibcas.ac.cn

GAO Shuqin Senior Engineer, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences (CAS). Her research focuses on the theoretic framework and policy implications of grass-based livestock husbandry.

E-mail: gaoshuqin943@ibcas.ac.cn

* Corresponding author



方精云　中国科学院院士，发展中国家科学院院士。中国科学院植物研究所特聘研究员。主要从事植被生态与生物多样性、全球变化与陆地碳循环、生态遥感、生态草牧业等方面的研究。E-mail: jyfang@urban.pku.edu.cn

FANG Jingyun　Professor, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences (CAS). He is Member of CAS, as well as fellow of The World Academy of Sciences for the advancement of sciences in developing countries (TWAS). His research focuses on vegetation ecology and biodiversity, global change and terrestrial carbon cycle, ecological remote sensing, and Grass-based Livestock Husbandry.
E-mail: jyfang@urban.pku.edu.cn

■责任编辑：岳凌生